

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 43 01 647 A 1

(51) Int. Cl. 5:  
F01 L 1/34  
F01 L 1/04

97

DE 43 01 647 A 1

(21) Aktenzeichen: P 43 01 647.2  
(22) Anmeldetag: 22. 1. 93  
(23) Offenlegungstag: 28. 7. 94

(71) Anmelder:  
Bayerische Motoren-Werke AG, 80809 München, DE

(72) Erfinder:  
Rubbert, Stephan, 8000 München, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 41 04 219 A1  
DE 40 23 853 A1  
US 15 27 456  
JP 59-1 83 010

(54) Vorrichtung zur Winkelverstellung einer Brennkraftmaschinen-Nockenwelle

(57) Die Nockenwelle ist mit dem Nockenwellen-Antriebsrad über eine Zahnwelle mit einer Schrägverzahnungs-Paarung verbunden. Durch Längsverschieben der Zahnwelle kann somit die Nockenwelle gegenüber dem Antriebsrad verdreht werden. Die Längsverschiebung der Zahnwelle erfolgt über eine Gewindespindel, die in einer starr mit der Brennkraftmaschine verbundenen Gewindehülse geführt ist. In Rotation versetzt werden kann die Gewindespindel über ein endloses Zugmittelgetriebe der Brennkraftmaschine unter Zwischenschaltung einer schaltbaren Magnetkupplung.

DE 43 01 647 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 94 408 030/100

6/36

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Winkelverstellung einer Brennkraftmaschinen-Nockenwelle gegenüber einem Antriebsrad, das mit der Nockenwelle über eine durch ein Stellglied axial verschiebbare, zumindest eine Schrägverzahnungs-Paarung aufweisende Zahnwelle verbunden ist. Derartige Verstellvorrichtungen sind in mannigfachen Ausführungsformen bekannt, beispielshalber sei hierzu auf die DE 41 10 088 C1 verwiesen.

Als Stellglieder zum Längsverschieben der Zahnwelle kommen zumeist hydraulische Systeme zum Einsatz. Diese hydraulischen Systeme erfordern jedoch aufgrund der unvermeidlichen Leckagen im Ölkreislauf eine ständige Nachregelung und verbrauchen somit auch dann Antriebsenergie, wenn keine Verstellung der Nockenwelle gefordert wird. Bekannt geworden sind darüber hinaus auch elektrische Stellmotoren als Stellglieder, so beispielsweise aus der DE 41 01 676 A1, die jedoch aufgrund der erforderlichen Antriebsleistung unverhältnismäßig groß und schwer sein müssen und daher einen relativ hohen Aufwand bedeuten.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein demgegenüber verbessertes Stellglied für die axial verschiebbare Zahnwelle, die aber die Schrägverzahnungs-Paarung eine Winkelverstellung zwischen der Nockenwelle sowie dem Nockenwellen-Antriebsrad hervorruft, aufzuzeigen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist vorgesehen, daß das Stellglied als eine in einer starr mit der Brennkraftmaschine verbundenen Gewindehülse geführte Gewindespindel ausgebildet ist, die über eine schaltbare Kupplung mit einem endlosen Zugmittelgetriebe der Brennkraftmaschine verbindbar ist. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind Inhalt der Unteransprüche.

Erfundungsgemäß erhält das die Axialverschiebung der Zahnwelle auslösende Stellglied die hierfür erforderliche Energie im wesentlichen ohne Verlustbehaftete Energieumwandlung direkt von der Brennkraftmaschine, d. h. das Stellglied wird direkt von einem ohnehin bereits vorhandenen Zugmittelgetriebe der Brennkraftmaschine angetrieben. Die Umsetzung der Rotationsenergie des endlosen Zugmittelgetriebes in eine Axialkraft zum Verschieben der Zahnwelle erfolgt dabei über die Gewindespindel, die in einer Gewindehülse, die beispielsweise am Steuerkastendeckel der Brennkraftmaschine angebracht sein kann, geführt ist. Vorgesehen ist eine schaltbare Kupplung, die aufgrund der einfachen Bauweise in einer bevorzugten Ausführungsform als Magnetkupplung ausgebildet sein kann, um die Gewindespindel in das endlose Zugmittelgetriebe einzubinden. Übertragen wird somit letztendlich die Drehbewegung der Brennkraftmaschinen-Kurbelwelle mittels der Magnetkupplung auf das Verstellsystem. Ein an sich bekanntes Regelsystem aktiviert dann die Kupplung bzw. Magnetkupplung, wenn der gewünschte Phasenwinkel der Nockenwelle nicht dem Sollwert entspricht.

Da es erforderlich ist, die Gewindespindel axial in zwei einander entgegengesetzte Richtungen zu verschieben bzw. hierzu in die beiden entgegengesetzten Drehrichtungen rotieren zu lassen, um sowohl eine Vergrößerung als auch eine Verringerung des Phasenwinkels der Brennkraftmaschinen-Nockenwelle gegenüber der Brennkraftmaschinen-Kurbelwelle erzielen zu können, sind bevorzugt zwei gegensinnig umlaufende endlose Zugmittelgetriebe vorgesehen, in die die Gewinde-

spindel über beispielsweise jeweils eine eigene schaltbare Kupplung wahlweise einbindbar ist. Soll somit der Phasenwinkel beispielsweise vergrößert werden, so wird durch Aktivierung der ersten Kupplung die Ge- 5 windespindel mit dem ersten Zugmittelgetriebe bzw. Riementrieb verbunden; bei einer gewünschten Verrin- gerung des Phasenwinkels wird eine zweite Magnet- kupplung geschlossen, die die Gewindespindel dann mit einem zweiten, gegensinnig umlaufenden Zugmittelge- 10 trieb verbindet. Selbstverständlich können in Abhän- gigkeit von der Anordnung der beiden endlosen Zug- mittelgetriebe die beiden zu betätigenden Kupplungen in einer gemeinsamen Baueinheit zusammengefaßt sein. Dabei können die endlosen Zugmittelgetriebe von der 15 Brennkraftmaschinen-Kurbelwelle direkt angetrieben sein, wobei selbstverständlich zur Erzielung der Gegen- sinnigkeit eine geeignete Zwischenwelle bzw. ein geeig- neter Zwischentreib vorgesehen sein muß. Es ist aber auch möglich, den Antrieb der Gewindespindel vom 20 Kettentreib oder Zahriementrieb des Nockenwellen- Antriebsrades abzugreifen. Dies bietet sich insbesonde- re bei Brennkraftmaschinen mit zwei bereits gegensin- nigerotierenden Nockenwellen an, da dann bereits zwei 25 gegensinnig rotierende endlose Zugmittelgetriebe vor- handen sind. Insgesamt treten die Vorteile einer erfund- 30 ungsgemäßen Verstellvorrichtung bei einer Brennkraftmaschine mit zwei Nockenwellen besonders deut- lich hervor, da dann für jede dieser Nockenwellen eines dieser besonders einfach bauenden Stellglieder vorge- 35 sehen werden kann, wobei das bzw. die Zugmittelgetriebe jeweils nur in einfacher Ausfertigung benötigt werden. Zum Ausgleich von Längs- und/oder Winkeltoleranzen kann ferner zwischen der Gewindespindel sowie der bzw. den Magnetkupplung(en) ein Ausgleichsele- 40 ment vorgesehen sein, das in einer einfachen Ausfüh- rungsform als geringfügig längsverschiebbare Gelenk- welle ausgebildet ist.

Zwei Prinzipskizzen zeigen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung. In Fig. 1 ist eine Seitenansicht einer erfundungsgemäßen Verstellvorrichtung mit einer Brennkraftmaschinen-Nockenwelle prinzipiell dargestellt, Fig. 2 zeigt eine Frontansicht auf die erforderlichen endlosen Zugmittelgetriebe einer Brennkraftmaschine mit zwei erfundungsgemäß verstellbaren Nok- 45 kenwellen.

Mit der Bezugsziffer 1 ist eine Nockenwelle einer Brennkraftmaschine bezeichnet. In einer stirnseitigen Aussparung 2 der Nockenwelle 1 ist eine Zahnwelle 3 gemäß Pfeilrichtung 4 axial verschiebbar geführt. Zwischen der Zahnwelle 3 sowie der Nockenwelle 1 ist eine Schrägverzahnungs-Paarung 5 vorgesehen, so daß mit einer reinen Axialverschiebung der Zahnwelle 3 gemäß Pfeilrichtung 4 die in axialer Richtung fixierte Nockenwelle 1 um ihre Längsachse 6 verdreht wird. Über eine 50 Geradverzahnungspaarung 7 ist die Zahnwelle 3 ferner mit einem Antriebsrad 8 verbunden, so daß es möglich ist, mittels dieses Antriebsrades 8 die Zahnwelle 3 sowie die Nockenwelle 1 in eine Drehbewegung um die Längsachse 6 zu versetzen und dabei weiterhin wie bereits geschildert die Zahnwelle 3 gemäß Pfeilrichtung 4 verschieben zu können, um hierdurch eine Phasenver- 55 schiebung bzw. eine Änderung des Phasenwinkels zwis- chen der Nockenwelle 1 sowie dem Antriebsrad 8 zu erzeugen.

In Richtung der Längsachse 6, d. h. gemäß Pfeilrich- 60 tung 4 verschoben werden kann die Zahnwelle 3 mittels einer Gewindespindel 10, die einer Gewindehülse 11 geführt ist. Die Gewindehülse 11 ist starr mit der nicht

gezeigten Brennkraftmaschine verbunden, so beispielsweise im ebenfalls lediglich prinzipiell dargestellten Steuerkastendeckel 12 angebracht. Mit der Zahnwelle 3 ist die Gewindespindel 10 über ein lediglich abstrakt dargestelltes Axiallagerpaket 13 verbunden, welches eine Längsverschiebung der Gewindespindel 10 gemäß Pfeilrichtung 4 direkt auf die Zahnwelle 3 überträgt, jedoch eine Rotation der Zahnwelle 3 um die Längsachse 6 ermöglicht, ohne daß dabei ebenfalls die Gewindespindel 10 in eine Drehbewegung um ihre Längsachse versetzt wird. Näher dargestellt ist dieses Axiallagerpaket 13 beispielsweise in der bereits eingangs genannten DE 41 10 088 C1.

Vorgesehen sind ferner zwei Magnetkupplungen 14a, 14b, über die die Gewindespindel 10 wahlweise in eines der beiden endlosen Zugmittelgetriebe 15a, 15b der Brennkraftmaschine einbindbar sind. In Fig. 1 ist jeweils ein Abschnitt dieser endlosen Zugmittelgetriebe bzw. Riemen 15a, 15b dargestellt, ferner ist neben diesen Riemen ein Pfeil dargestellt, der den Umlaufsinn bzw. die Bewegungsrichtung des Zugmittelgetriebes/Riemens zeigt. Wie ersichtlich, sind die beiden endlosen Zugmittelgetriebe 15a, 15b gegenüber. Wird somit die Magnetkupplung 14a geschlossen, so wird die Gewindespindel in einem ersten Drehsinn in Rotation versetzt, so daß die Gewindespindel 10 durch Zusammenwirken mit der Gewindehülse 11 in Fig. 1 beispielsweise nach rechts verschoben werde, womit über das Axiallagerpaket 13 auch die Zahnwelle 3 entsprechend verschoben wird. Selbstverständlich muß hierzu die Magnetkupplung 14a und auch 14b so gestaltet sein, daß eine Drehbewegungsmitnahme der Gewindespindel 10 bei deren gleichzeitiger Längsverschiebung möglich ist. Wird dann die Magnetkupplung 14a gelöst, so bleibt die Gewindespindel unbewegt, so daß keine Veränderung eintritt. Ein Schließen der Magnetkupplung 14b hingegen versetzt die Gewindespindel 10 in eine gegensinnige Rotation, so daß nunmehr unter Zusammenwirken mit der Gewindehülse 11 eine Verschiebungsrichtung nach links erfolgt. Durch entsprechende Ansteuerung der Magnetkupplungen 14a, 14b ist es somit möglich, die Gewindespindel 10 und damit auch die Zahnwelle 3 wie gewünscht zu positionieren, so daß aufgrund der bereits beschriebenen Zusammenhänge hiermit zwischen der Nockenwelle 1 sowie dem Antriebsrad 8 ein gewünschter Phasenwinkel eingestellt werden kann. Dabei ist als weiteres Bauteil zwischen der Magnetkupplung 14b sowie dem in der Gewindehülse 11 geführten Teil der Gewindespindel 10 eine Gelenkwelle 18 angeordnet. Diese lediglich prinzipiell dargestellte Gelenkwelle 18 ermöglicht einen geringfügigen Toleranzausgleich.

Fig. 2 zeigt eine Stirnansicht auf die Brennkraftmaschine mit zwei erfundungsgemäßen Winkelverstellvorrichtungen, wobei jedoch lediglich die beiden endlosen Zugmittelgetriebe 15a, 15b mit ihren Zusatzelementen dargestellt sind. Mit der Bezugsziffer 16 ist die Längsachse der Brennkraftmaschinen-Kurbelwelle bezeichnet, um diese Längsachse 16 rotiert somit das Kurbelwellenrad 17. Die Brennkraftmaschine besitzt zwei Nockenwellen, von denen eine den Einlaßventilen und die andere den Auslaßventilen zugeordnet ist. Die Längsachse der ersten Nockenwelle trägt die Bezugsziffer 6, die Längsachse der zweiten Nockenwelle die Bezugsziffer 6'. Konzentrisch zu den Nockenwellen-Längsachsen 6, 6' sind Umlenkrollen für endlose Zugmittelgetriebe angeordnet, wobei diese Umlenkrollen mit den bereits erläuterten Magnetkupplungen 14a, 14b für die erste sowie 14a', 14b' für die zweite Nockenwelle

eine Baueinheit bilden und daher mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet sind. Die Umlenkrollen/Magnetkupplungen 14a, 14a' sind Bestandteil des ersten endlosen Zugmittelgetriebes 15a, das — wie ersichtlich — auch über das Kurbelwellenrad 17 geführt ist. Bestandteil dieses Zugmittelgetriebes 15a ist ferner ein Zwischenrad 18, welches zugleich Bestandteil des zweiten Zugmittelgetriebes 15b ist, so daß dieses zweite Zugmittelgetriebe 15b über das erste Zugmittelgetriebe 15a angetrieben wird. Wie ersichtlich führt dieses zweite Zugmittelgetriebe 15b über die zweiten Umlenkrollen/Magnetkupplungen 14b, 14b', wobei aufgrund der gezeigten Führung dieser beiden Zugmittelgetriebe 15a, 15b über das gemeinsame Zwischenrad 18 die Umlenkrollen/Magnetkupplungen 14, 14b bzw. 14a', 14b' jeweils im entgegengesetzten Drehsinn rotieren. Wie bereits im Zusammenhang mit Fig. 1 erläutert, kann durch Schließen einer der Magnetkupplungen 14a oder 14b bzw. 14a' oder 14b' die jeweils zugehörige Gewindespindel 10 verschoben werden, so daß der Phasenwinkel der jeweiligen Nockenwelle (Einlaßventil-Nockenwelle oder Auslaßventil-Nockenwelle) verändert werden kann.

Die beschriebene Vorrichtung zur Winkelverstellung zumindest einer Brennkraftmaschinen-Nockenwelle verbraucht gegenüber den bekannten hydraulischen oder elektromotorischen Verstellsystemen weniger Energie und spart damit auch Kraftstoff gegenüber den konventionellen Verstellantrieben. Aufgrund der Übertragung durch die Gewindespindel 10 ist auch der Verstellweg wesentlich größer als bei konventionellen Systemen, so daß eine genauere Positionierung der Nockenwelle 1 bzw. eine genauere Einstellung des gewünschten Phasenwinkels der Nockenwelle 1 gegenüber dem Antriebsrad 8 möglich ist. Vorteilhafterweise ist die Verstellgeschwindigkeit systembedingt proportional zur Drehzahl der Brennkraftmaschine und bleibt somit bezogen auf ein einzelnes Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine konstant. Auch dieser an sich vorteilhafte Zusammenhang ist bei konventionellen Verstellsystemen (hydraulisch oder elektromotorisch) nicht gegeben. Ferner ist die Verstellgeschwindigkeit auch weitgehend unabhängig von den vorliegenden Temperaturverhältnissen, was bei hydraulischen Verstellsystemen nicht der Fall ist. Selbstverständlich können anstelle der Magnetkupplungen 14a, 14b auch andere Kupplungen, wie beispielsweise Lamellenkupplungen, elektrisch rheologische Kupplungen oder hydraulische Kupplungen eingesetzt werden. Dies sowie weitere Merkmale insbesondere konstruktiver Art können durchaus anderweitig gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Winkelverstellung einer Brennkraftmaschinen-Nockenwelle (1) gegenüber einem Antriebsrad (8), das mit der Nockenwelle (1) über eine durch ein Stellglied axial verschiebbare, zumindest eine Schrägzahnungs-Paarung (5) aufweisende Zahnwelle (3) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied als eine in einer starr mit der Brennkraftmaschine verbundenen Gewindehülse (11) geführte Gewindespindel (10) ausgebildet ist, die über eine schaltbare Kupplung (14a, 14b) mit einem endlosen Zugmittelgetriebe (15a, 15b) der Brennkraftmaschine verbindbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß zwei gegensinnig umlaufende endlose Zugmittelgetriebe (15a, 15b) vorgesehen sind, in die die Gewindespindel (10) über die schaltbare Kupplung (14a, 14b) wahlweise einbindbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die schaltbare Kupplung(en) als Magnetkupplung(en) (14a, 14b, 14a', 14b') ausgebildet ist/sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Gewindespindel (10) und der Kupplung ein Längenausgleichselement und/oder Winkelausgleichselement (Gelenkwelle 18) vorgesehen ist.

5. Brennkraftmaschine mit zumindest zwei Nockenwellen sowie diesen zugeordneten Winkelverstellvorrichtungen nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

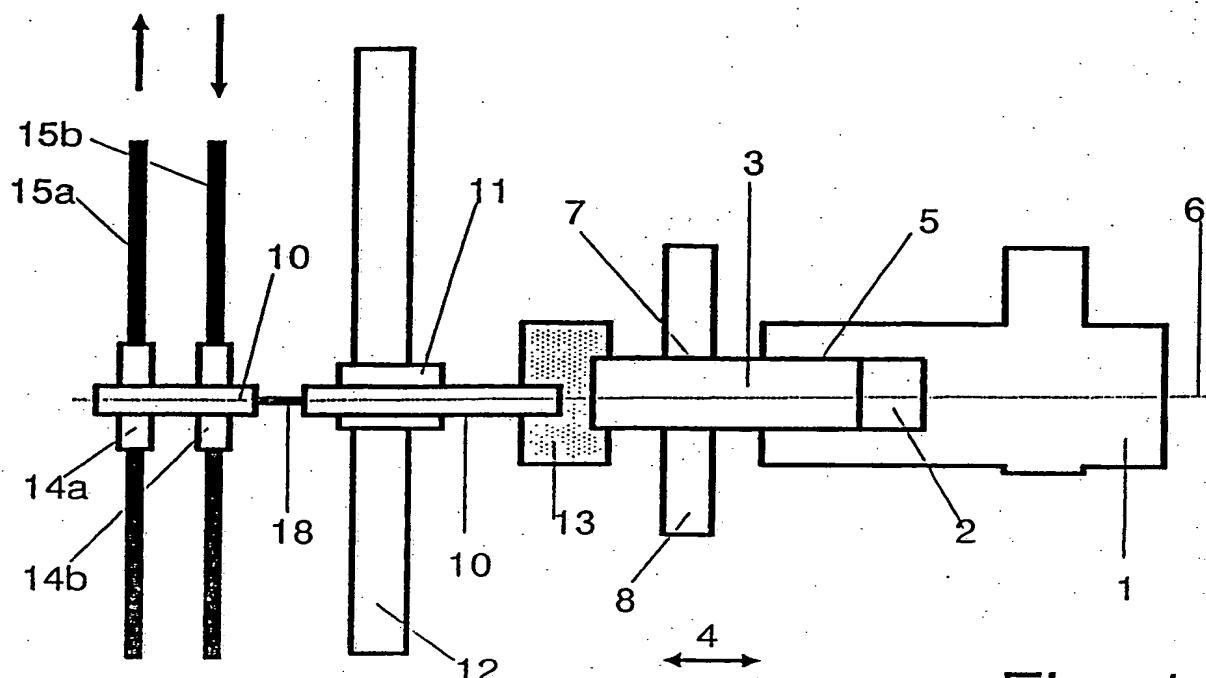


Fig. 1

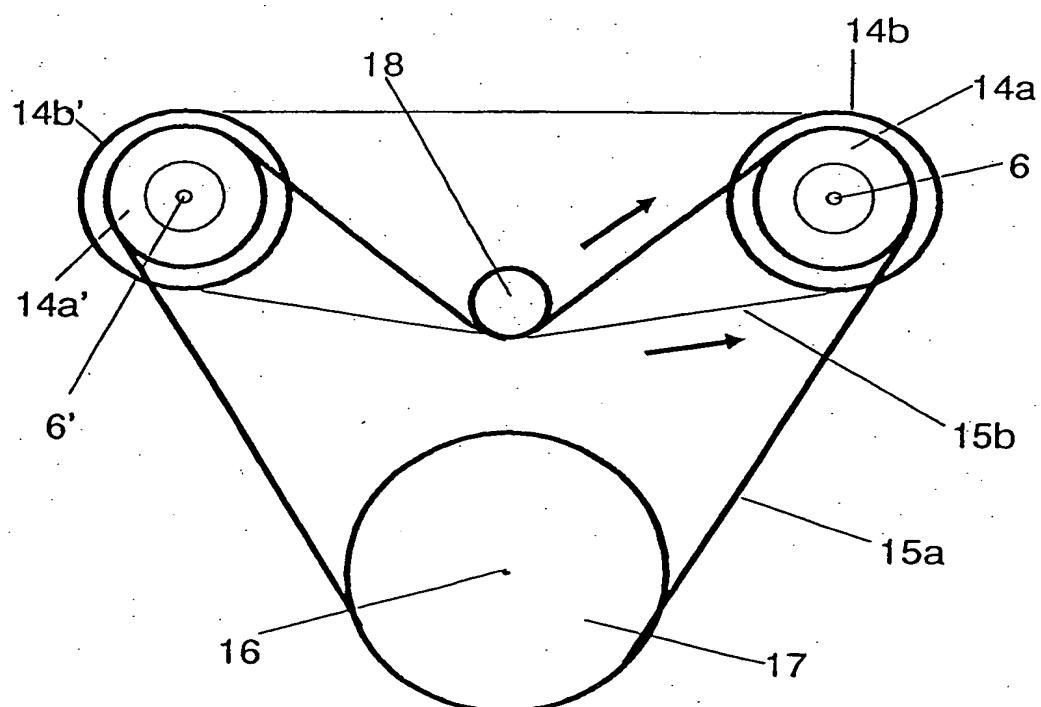


Fig. 2